АГЕНЦИЈА ЗА ЦИВИЛНО ВОЗДУХОПЛОВСТВО

ПРИРАЧНИК ЗА ПОДГОТОВКА ЗА СТЕКНУВАЊЕ А2 СЕРТИФИКАТ

PEL-GM-002

- **Опсег и намена**

Овој прирачник е наменет за подготовка на кандидати за стекнување на А2 сертификат за управување со беспилотен воздухоплов во категоријата „отворена“. Прирачникот ги опфаќа релевантните правила, безбедносни мерки и процедури, како и ограничувањата и ризиците поврзани со операции во близина на лица кои не учествуваат во летот. Намената е да обезбеди целосна теоретска подготовка за одговорно и безбедно управување со беспилотен воздухоплов во согласност со важечките национални и европски прописи.

- **Вовед**

Со развојот и се поголемата употреба на беспилотни воздухоплови, безбедното и одговорно управување со нив станува клучно за заштита на луѓето, имотот и воздушниот простор. За таа цел, Европската унија и националните регулативи воспоставија категории и сертификати за пилоти на UAS, меѓу кои е и **А2 сертификатот**, кој овозможува операции со беспилотни воздухоплови во „отворената“ категорија, блиску до лица кои не учествуваат во летот.

Овој прирачник е наменет за лица кои се подготвуваат да го стекнат А2 сертификатот. Тој ги опфаќа сите релевантни теоретски знаења, безбедносни процедури, правила за управување со ризици и ограничувања за летови, неопходни за успешно положување на проверката на знаењето и безбедно извршување на летови со беспилотни воздухоплови.

Прирачникот служи како водич за самоподготовка или како дополнителен материјал во рамки на формална обука и претставува основа за развивање на компетенции за одговорно и законско управување со беспилотни воздухоплови.

- **Главен дел**

<u>Општо преглед на ризиците во воздухопловството</u>

Ризикот се дефинира како веројатност и потенцијална сериозност на несреќа или инцидент поради изложеност на различни опасности. Бидејќи прописите за воздухопловство, вклучително и оние за беспилотни летала, се засноваат на управување со ризик, од клучно значење е сите далечински пилоти да разберат што е ризик, да можат да го идентификуваат и да применат различни мерки за ублажување за да ги намалат ризиците на прифатливо ниво. Проценката на ризикот и ублажувањето се фокусираат првенствено на веројатноста за појава на несреќа и сериозноста на нејзините последици. Ако ризикот поврзан со операција на UAS се смета за прифатлив, операцијата може да продолжи.

Ризиците кои треба да ги земеме во предвид при извршување на операции со беспилотни летала се:
• Ризик на земјата
• Ризик во воздухот
• Безгрижно однесување на пилотот на далечина

• Ризици поврзани со опасни супстанции
• Други ризици

Ризик на земјата

Беспилотното летало при пад на земја ја пренесува својата кинетичка енергија на местото на падот. Во случај на пад врз човек, и летала со релативно мала маса можат да предизвикаат сериозни телесни повреди или смрт, треба да се има на ум дека остри делови на леталото и брзо вртење на пропелерите можат да повредат луѓе, дури и во случај на летало со многу мала маса. При разгледувањето и намалувањето на ризикот на земјата, треба да се грижиме најмногу за тоа да леталото не падне врз луѓе, за што применуваме различни (пропишани) начини за намалување на ризиците.

Слика 1: При непочитување на правилата може брзо да дојде до непријатен настан.

ЗАПОМНЕТЕ!

• Ризиците на земјата се ризици дека леталото поради пад може да предизвика штета.
• Клучни ризици за луѓето.
• Ризиците на земјата се намалуваат со намалувањето на последиците.
• Пилотот секогаш мора да биде свесен дека леталото може да падне на земја.
• Леталото може да падне на земја дури и без вина на пилотот.

Фактори кои влијаат на ризикот на земјата

На ризикот на земјата влијаат бројни фактори кои треба да ги земеме во предвид.

Маса на беспилотното летало

Масата е клучен елемент што влијае на ризикот на земјата, бидејќи леталото со поголема маса ќе има повеќе кинетичка енергија, што значи дека при пад ќе предизвика поголеми последици.

Кинетичка енергија на беспилотно летало при пад

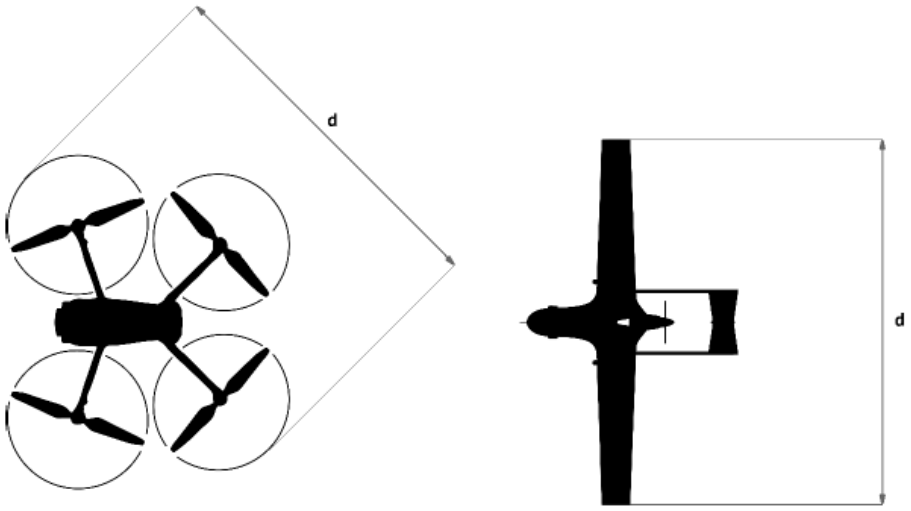
Пад на летало со поголема брзина значи дека ќе има поголема кинетичка енергија при падот, што значи и поголеми последици.

Како референтна брзина за пресметување на кинетичката енергија се користи најголемата брзина на леталото во хоризонтален лет за летала со фиксни крилца. За ротирачки летала се користи т.н. **"терминална брзина"**, што е најголемата брзина што леталото ја достигнува при паѓање со исклучени мотори.

Карактеристична димензија на беспилотното летало

Поголемите летала имаат поголема површина на контакт при пад, што значи дека е поголема веројатноста дека ќе погодат луѓе во споредба со помалите летала. Карактеристичната димензија која се користи за проценка на ризикот е:

- за летала со фиксни крила, **распонот на крила**,
- за ротирачки летала, **максималната димензија измерена преку роторите**.



Густина на луѓето во областа на летот

Кога леталото прелетува подрачје со поголема густина на луѓе, веројатноста дека ќе повреди човек поради пад е поголема, отколку кога прелетува подрачја со помала густина на луѓе.

Најмалата стапка на ризик ја претставува летот над контролираната површина (подрачје каде нема присутни лица), бидејќи таму леталото при пад не може да нанесе штета на луѓето. Најголемата стапка на ризик пак ја претставува летот над група луѓе, каде што леталото при пад со сигурност ќе нанесе повреди на некое лице.

C« ознаки на беспилотни летала

Сите беспилотни летала на пазарот во ЕУ мораат да бидат хомологирани и означени со една од хомологизациските ознаки (C0, C1, C2, C3,).

Слика 2: Ознаки C

- За да се добие ознака „C“, беспилотното летало мора да биде сертифицирано во согласност со Регулативата (ЕУ) 2019/945, која ги пропишува техничките спецификации за UAS.
- Ознаката „C“ ги означува безбедносните стандарди што ги исполнува беспилотното летало, вклучувајќи маса, максимална брзина, вградени безбедносни системи, заштита на остри делови, ниво на бучава и други карактеристики кои влијаат на оперативниот ризик.
- Ознаката „C“ е основа за проценка на ризикот во Отворена категорија и е релевантна и за Специфичната (Посебна) категорија.**Оспособување на пилотите на далечина**
  Современи беспилотни летала се многу безбедни, поради што се ретки технички дефекти кои би предизвикале пад на леталото. Сепак, и покрај високата безбедност на системите, повредите и падовите на леталата се многу чести поради неискусни пилоти на далечина кои ги управуваат.

Компетентност на далечински пилот

Современите UAS (Unmanned Aircraft System = Воздухоплов без екипаж) се многу сигурни, а техничките дефекти што доведуваат до падови се ретки. Сепак, значителен број инциденти се резултат на неискусни пилоти од далечина.

- UAS е сложен систем составен од повеќе потсистеми.
- Далечинските пилоти мора да имаат темелно разбирање на техничките карактеристики на беспилотното летало и доволно практично искуство во работењето.
- Во Отворена категорија, далечинските проверки на компетентноста на пилотот се релативно едноставни, што овозможуваат лесен пристап до легално работење со UAS. Сепак, поради поедноставеното тестирање, во оваа категорија се дозволени само операции со најнизок ризик.
- Во категоријата Специфична, теоретските и практичните проценки се значително понапорни, што овозможува операции со поголем ризик.

<u>Операции за визуелна линија на видот (VLOS) наспроти операции надвор од визуелна линија на видот (BVLOS),.</u>

„Операција во визуелна линија на гледање (VLOS)“ се однесува на тип на работа на системот за беспилотни воздухоплови во кои далечинскиот пилот може да одржува постојан визуелен контакт со беспилотниот воздухоплов без помош. Ова му овозможува на далечинскиот пилот да ја контролира патеката на летот на беспилотното летало во однос на другите воздухоплови, луѓе и препреки, со што се избегнуваат судири.

Секоја операција што не ја исполнува горната дефиниција се смета за операција надвор од визуелната линија на видот (BVLOS).

Летањето во визуелна линија на видот значително го намалува ризикот во воздухот и следствено, ризикот на земја, бидејќи судирите во воздухот речиси секогаш резултираат со паѓање на воздухоплов на земја. Кога далечинскиот пилот лета во рамките на визуелната линија на видот, тие обично имаат добра просторна свест, што им овозможува да обезбедат безбедни растојанија од неинволвирани лица на земјата и веднаш да реагираат на другите учесници во воздушниот сообраќај.

Бидејќи беспилотното летало е релативно блиску до далечинскиот пилот за време на операциите на VLOS, можно е брзо и ефективно да се интервенира во случај на отстапувања од планираната патека на летот.

Летањето во визуелна линија на видот во голема мера ја намалува веројатноста за судири со други учесници во воздушниот сообраќај или пречки во воздухот (на пример, далноводи, високи згради, антени итн.), што може да резултира со пад на воздухопловот, што го прави многу ефикасна мерка за ублажување на ризикот за безбедноста на воздухот и на земјата.

Летањето надвор од визуелната линија на видот бара висококвалификуван екипаж, при што ситуационата свесност на далечинскиот пилот е помала, што го отежнува обезбедувањето на избегнување судир со воздухоплови со екипаж, што вообичаено бара инфраструктура која поддржува електронска идентификација на сите учесници во воздушниот сообраќај. Ризикот од несреќа е многу поголем кога се работи надвор од визуелната линија на видот отколку кога се работи со визуелна линија на видот.

Летањето во визуелна линија на видот е единствениот дозволен метод за операции во отворена категорија. Во категоријата Специфична, таа е често користена мерка за ублажување на ризикот кога е потребно..

<u>Мерки за намалување на ризикот на земјата</u>

Целта на мерките за намалување на ризикот на земјата е да се постигне прифатливо ниво на ризик, кое овозможува изведување на летачка операција со воздухопловот без екипаж. Главните мерки за намалување на ризикот на земјата се:

- Употреба на летало кое при пад ќе предизвика помали последици
- Намалување на густината на луѓето во областа што се прелетува
- Средства за намалување на кинетичката енергија при пад
- План за итно постапување

<u>Мерки за намалување на ризикот на земјата во отворената категорија</u>

Отворената категорија за изведување активности има многу едноставни услови за влез за операторите и пилотите на далечина, па затоа мерките за намалување на ризикот на земјата се многу јасно определени и условени со една од подкатегориите на отворената категорија.

Општите мерки за намалување на ризикот што се применуваат за целата отворена категорија се:

- Летење во видното поле (VLOS)
- Максимална дозволена висина 120 м
- Максимална дозволена маса 25 кг
- Забрана за фрлање предмети (испуштање материјали и течности)
- Забрана за превоз на опасни супстанции

<u>Визуелна линија на видот (VLOS)</u>

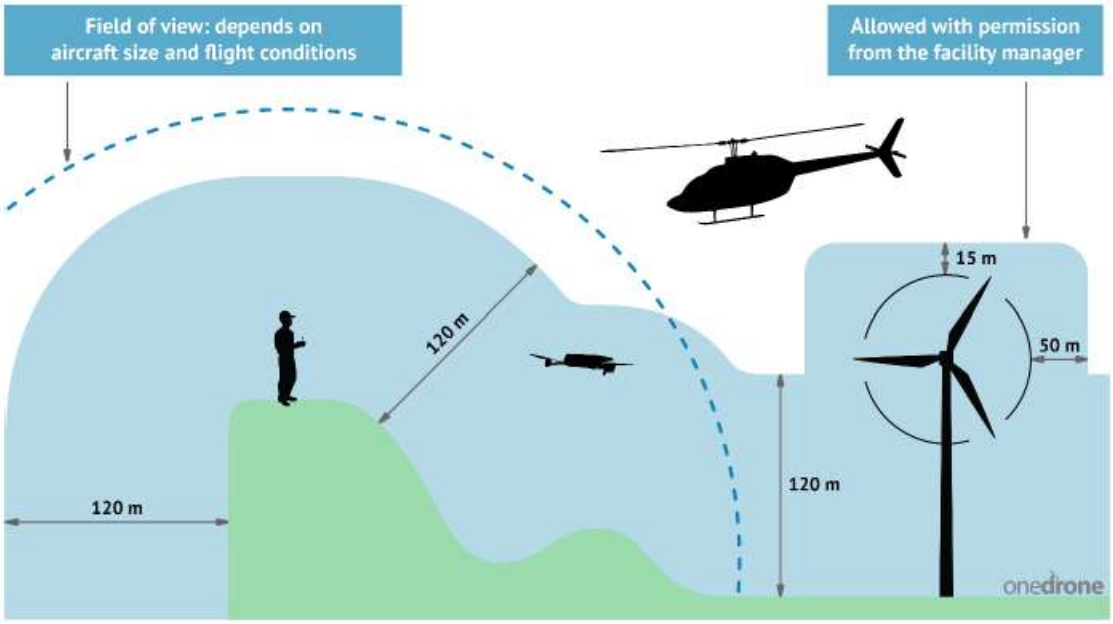
VLOS е единствениот дозволен режим на лет во категоријата Отворено. Единствените исклучоци се:

- Режим за автоматско следење, каде што UAS автономно ? (автономни летови се забранети во Отворена категорија,, УАС автоматски го следи) далечинскиот пилот или
- Летови со помош на набљудувач, каде што обучен набљудувач континуирано одржува директен визуелен контакт со UAS.

Слика 3: Летање во видното поле

Бидејќи авионите со екипаж (освен државните авиони) обично не летаат под 150 m AGL, категоријата Отворено наметнува ограничување на надморската височина од 120 m за да се минимизираат ризиците од судир.

<u>Исклучок: Дозволено е летање над вештачки структури повисоки од 105 m, под услов UAS да остане на 15 m над конструкцијата и во хоризонтален радиус од 50 m од него, со одобрение од операторот на структурата</u>.



Максимална маса на UAS: 25 kg

Категоријата Отворено дозволува операции само со UAS до 25 kg, ограничувајќи ја кинетичката енергија на прифатливо ниво.

• Врз основа на масата и техничките карактеристики, категоријата Отворено е дополнително поделена на три подкатегории (A1, A2, A3), кои ги специфицираат минималните растојанија на одвојување од неинволвирани лица.Забрана за фрлање предмети (испуштање на материи и течности).

Забрането е фрлање предмети од UAS

Во Отворена категоријата, фрлањето на какви било предмети **(испуштање на материи и течности)** од UAS е забрането, бидејќи може да предизвика оштетување од удар на земја.

Превозот на опасни материи е забранет

Опасните материи се супстанции кои претставуваат ризик за здравјето, безбедноста, имотот или животната средина за време на транспортот.

- Иако носењето опасни материи е забрането во категоријата Отворено, батериите на UAS (на пр., литиум-полимерни батерии) може да се запалат ако се механички оштетени (на пр.по пад).
- Батериите горат на високи температури и може да запалат ако UAS падне на запаливи материјали, испуштајќи опасни испарувања.
- Планирањето на летот треба да ги минимизира опасностите од пожар и контаминацијата на животната средина.

Мерки за намалување на ризикот на земјата во подкатегоријата А1

Поткатегоријата А1 се однесува на операции со најнизок ризик од земја и е ограничена на:

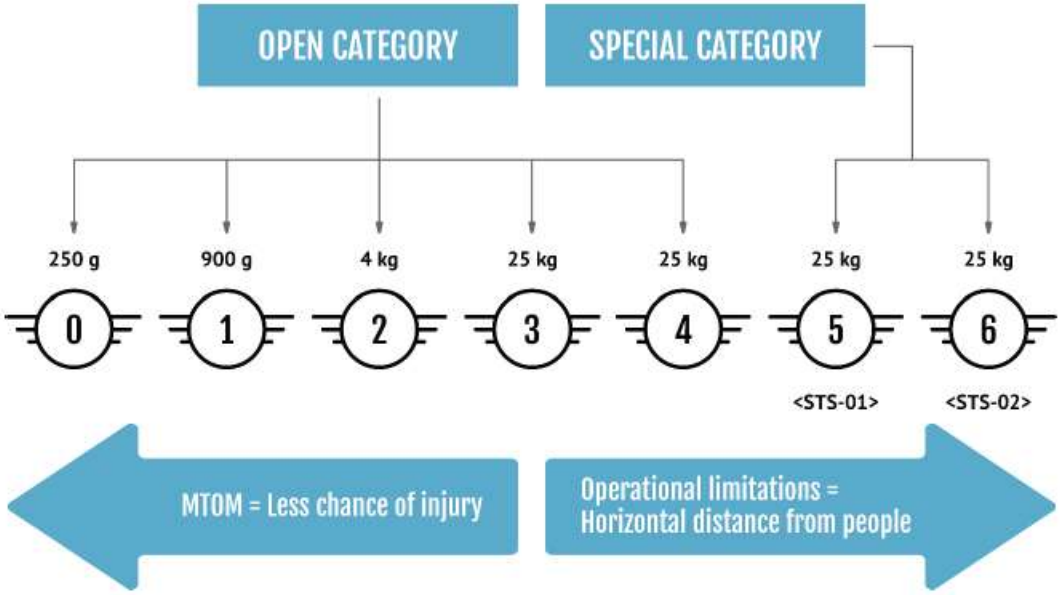
- UAS под 250 g (дури и без C-ознака), или
- UAS со ознака C1 (max 900 g), која мора да исполнува дополнителни безбедносни барања.

Слика 4: Дрон со тежина до 250 г

Последиците од удар со UAV со маса помала од 250 g и воздухоплови со ознака C1 се минимални.

Дозволено е летање над луѓе со беспилотни летала со тежина до 250 грама. Сепак, не е дозволено летање над собир на луѓе со беспилотни летала од подкатегорија A1, иако не е пропишано минимално растојание од луѓето.

Прифатливо е ненамерно прелетување на луѓе со беспилотни летала со ознака C1. Тоа значи дека ако луѓето неочекувано се појават во областа на летот, нема потреба да го прекинувате летот или да ја менувате патеката на летот.



<u>Клучни мерки за ублажување на ризикот A1:</u>

- UAS под 250 g: Дозволено е да лета над луѓе.

- UAS со ознака C1: Не е потребно намерно прелетување на луѓе, но не е потребно минимално растојание за одвојување.
- Ненамерното прелетување на луѓе е прифатливо, што значи дека летовите може да продолжат дури и ако луѓето неочекувано влезат во областа на летот.

Клучни мерки за ублажување на ризикот во А1:

- UAS со мала маса (≤250 g) или усогласеност со безбедносните стандарди C1
- Нема летови над собир на луѓе
- Онлајн обука за пилоти од далечина + онлајн испит (потребен е сертификат за компетентност A1/A3 за пилотите на C1 UAS)

Мерки за намалување на ризикот на земјата во подкатегоријата А3

Поткатегоријата А3 се однесува на:

- UAS со ознака C3
- Постар UAS (не означен C) помеѓу 250 g и 25 kg
- Приватно изградени UAS и модели на воздухоплови до 25 kg

Веројатноста за пад на воздухоплов без екипаж е поголема кога е управувана од пилот на далечина само со основна обука и кога воздухопловот не е сертифициран. Затоа, ризикот се ублажува со одржување на пропишаното растојание од областите каде ударот може да предизвика штета.

Воздушните операции во поткатегоријата А3 од категоријата Отворено се дозволени само на безбедно хоризонтално растојание од најмалку 150 метри од станбени, комерцијални или рекреативни области. Понатаму, далечинскиот пилот може да врши операции во оваа категорија само ако за време на операцијата не се загрозени неинволвирани лица.

Клучни мерки за ублажување на ризикот А3:

- Дозволена е широка палета на типови на UAS (без специфични безбедносни барања).
- Потребна е основна обука за пилоти на далечина (A1/A3 онлајн испит).
- Поголема веројатност за несреќи (не сертифициран UAS, пилоти почетници).

Главната безбедносна мерка:

Минимум 150 m хоризонтално одвојување од станбени, комерцијални и рекреативни области.

• За време на операциите не смее да има неинволвирани лица.

Мерки за намалување на ризикот во подкатегоријата А2

Поткатегоријата А2 е за:

- UAS со ознака C2 (900 g – 4 kg)
- Повеќе квалификувани пилоти на далечина, кои бараат:
- A1/A3 онлајн обука
- Дополнителен теоретски А2 испит
- Самопрактична обука

Воздухоплови без екипаж со ознака од класа C2 имаат маса помеѓу 900 g и 4 kg, што значи дека последиците од ударот ќе бидат поголеми од оние на воздухопловите со ознака C1 или беспилотните летала со тежина помала од 250 g. Сепак, бидејќи ги исполнуваат безбедносните барања на сертификатот C2, тие се посигурни, а веројатноста за дефект поради технички дефекти е помала.

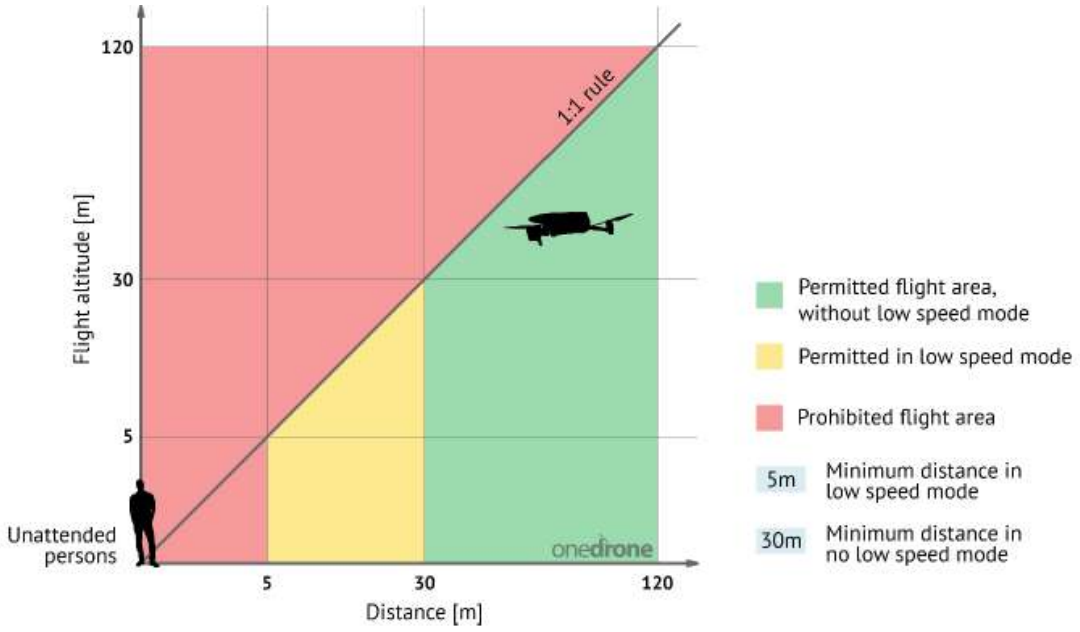
Во поткатегоријата A2 од Отворената категоријата, летовите се дозволени на безбедно хоризонтално растојание од неинволвирани лица. Ова растојание се одредува со сооднос 1:1, со што се обезбедува дека во случај на дефект или судир со воздушна пречка, воздухопловот нема да падне врз неинволвирани лица.

Клучни мерки за ублажување на ризикот A2:

- UAS усогласен со C2 ја намалува веројатноста за несреќа.
- Повисока компетентност на пилотот, која бара дополнителна теоретска и практична обука.
- Одвојувањето на „правило 1:1“ од неинволвирани лица гарантира дека UAS не може да влијае на луѓето при неуспех.

Правило 1:1

- UAS мора секогаш да остане барем хоризонтално подалеку од неинволвирани лица колку што е неговата надморска височина.
- Минималното одвојување е 30 m, но со активен режим на мала брзина (≤3 m/s), може да се намали на 5 m.



Примери на употреба на правилото 1:1:

- Кога летаат без активен режим на ниска брзина на висина од 40 м, беспилотното летало мора да биде најмалку 40 м хоризонтално оддалечено од неинволвираните лица.
- Кога летаат без активен режим на ниска брзина на висина од 80 м, беспилотното летало мора да биде најмалку 80 м хоризонтално оддалечено од неинволвираните лица.

- Кога летаат со активен режим на ниска брзина на висина од 20 м, беспилотното летало мора да биде најмалку 20 м хоризонтално оддалечено од неинволвираните лица.
- Кога летаат со активен режим на ниска брзина на висина од 5 м, беспилотното летало мора да биде најмалку 5 м хоризонтално оддалечено од неинволвираните лица.

Резиме на клучните мерки за ублажување на ризикот по поткатегорија

Подкатегорија	Max UAS Mass	Дозволено е прелет?	Минимум одвојување	Правила за пилотот
A1	≤250 g (или C1 ≤900 g)	Под 250 g: Да C1: Нема намерно прелетување	Нема минимум за C1	A1/A3 онлајн испит (само за C1 класа)
A2	C2: 900 g – 4 kg	Без прелет	Правило 1:1 (мин. 30 m, 5 m со режим на мала брзина)	A1/A3 + A2 испит + практична обука
A3	C3 класа, UAS без ознака C 250 g – 25 kg	Без прелет	150 m од станбени/комерцијални/рекреативни површини	A1/A3 онлајн испит

Обезбедување на безбедно растојание од неинволвирани лица во отворената категорија

Мерките за ублажување на ризикот се ефективни само доколку се соодветно имплементирани. Да се процени растојанието помеѓу UAS и неинволвирани лица со око е несигурно, бидејќи далечинските пилоти се борат визуелно да ги проценат прецизните растојанија.

Единствената гаранција за безбедно спроведување на летот е претходното планирање на летот, при што далечинскиот пилот користи мапа за да ги идентификува областите каде што се очекуваат луѓе и соодветно го планира летот.

За време на планирањето на летот со мапа, далечинскиот пилот мора да може да управува со беспилотниот воздухоплов во реално време во планираната област, користејќи видливи обележја во зоната на летот, позицијата на воздухопловот на картата и доводот на камерата во живо од воздухопловот.

Набљудувачот може да биде многу корисен во проценката на бројот на неинволвирани лица во областа на летот. Далечинскиот пилот треба да користи набљудувач кога не е во состојба адекватно да го следи бројот на лица во областа самите.

Клучни стратегии за безбедно растојание:

- Планирање пред лет со користење на мапи за да се идентификуваат областите каде се очекуваат луѓе и соодветно да се планира летот.
- Користење на визуелни референтни точки (ознаки) во областа на летот за да се обезбеди UAS да остане во назначениот воздушен простор.
- Користење на доводи на GPS и UAS камери за подобрена просторна свест.
- Ангажирање на набљудувач кој ќе помогне да се процени бројот на неинволвирани лица во областа.
- Далечинските пилоти мора секогаш да го приспособат своето странично растојание врз основа на видот на операцијата, способностите на UAS, временските услови и другите фактори за безбедност на летот.

Мерките за намалување на ризикот на земјата во посебна категорија

За разлика од Отворена категоријата, каде што мерките за ублажување на ризикот се строго предефинирани врз основа на сертификација од С-класа и стандардизирана обука за пилоти на далечина, посебната категорија дозволува поширок опсег на стратегии за ублажување на ризикот.

Главни карактеристики на посебната категорија:

- Мерките за ублажување на ризикот мора да бидат во согласност со прописите и да бараат одобрение од надлежниот орган.
- Методот SORA (Specific Operations Risk Assessment) се користи за сите проценки на ризик во посебната категоријата.
- Предефинирани проценки на ризик (PDRA) и стандардни сценарија (STS) може да се користат кога операцијата ги исполнува утврдените услови.
- Ако операцијата отстапува од претходно дефинираните услови, мора да се спроведе проценка заснована на SORA за да се осигура дека ризиците остануваат на прифатливо ниво.

Нивоа на одобрување за мерки за намалување на ризикот:

Ниво на ризик	**Услов за одобрување**
Низок ризик	Операторот сам ја декларира ефективноста на мерките за ублажување.
Среден ризик	Мерките мора да бидат потврдени од надлежниот орган.
Висок ризик	EASA или одобрена трета страна мора да ги потврди мерките за ублажување.

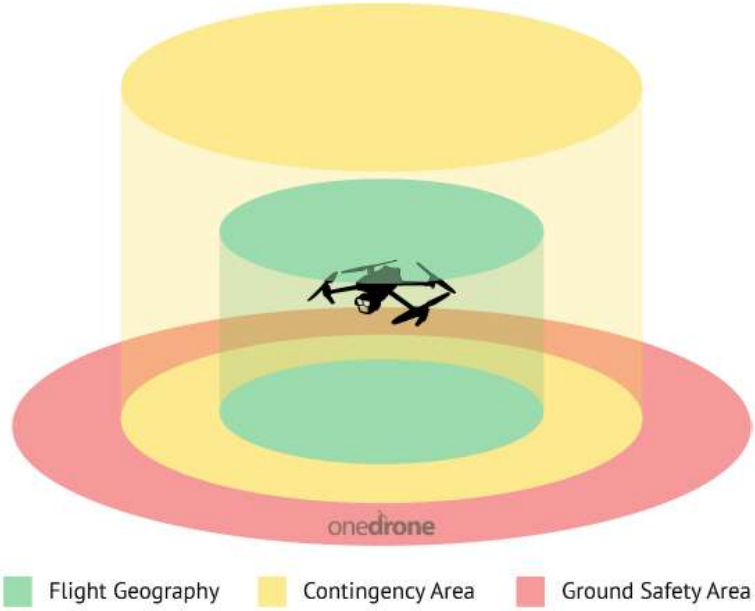
Сите мерки за ублажување на ризикот мора да бидат документирани во оперативниот прирачник на операторот, а персоналот мора да биде обучен да ги спроведе.

Мерките за намалување на бројот на загрозени лица на земјата

Определување на вкупниот волумен на операцијата

За сите операции во посебна категорија е заедничко дека операторот пред секоја операција мора да го определи целиот волумен на операцијата, кој се состои од:

- Географија на летањето
- Област за неочекувани настани
- Безбедносна област



Географија на летањето е област во која ќе се одвива летот на воздухопловот без екипаж. Пилотите на далечина мора да бидат обучени за изведување летови во рамките на определената географија.

Област за неочекувани настани е област што пилотот на далечина ја користи за враќање на системот на беспилотното летало во нормална состојба во случаи кога ќе дојде до одстапување од првично планираниот лет. Целта на областа за неочекувани настани е, кога операцијата отстапува од планираното, но сè уште е под контрола (системот за управување и сите други важни системи на леталото функционираат правилно), да му овозможи на пилотот да ја воспостави нормалната состојба.

Големината на областа за неочекувани настани ја определува операторот врз основа на својствата на беспилотното летало и спецификациите на операцијата што ја планира да ја изврши.

Безбедносна област е област во која ќе падне леталото по активирањето на средството за терминција (присилно прекинување) на летот. Целта на безбедносната област е дека леталото, дури и во случај на критична отказ (пад), нема да предизвика поголема штета. Големината на областа се одредува врз основа на техничките својства на леталото (правило 1:1, балистичка метода и сл.).

ВАЖНО!
Целокупната област на операцијата, која се состои од географијата на летањето, областа за неочекувани настани и безбедносната област, мора да биде земена во предвид при изработка на оценката на ризик. На пример, ако се изработува оценка на ризик за контролираната земјена област, сите три области мора да бидат внатре во контролираната земјена област.

Избор на време во денот, кога во областа има најмалку луѓе

Изборот на време во денот, период или ден од неделата, кога во областа каде што планираме да извршуваме операција има најмалку луѓе, е прифатлива мерка за намалување на бројот на загрозени лица.

Во стамбените населби, во текот на работните денови, во утринските часови ќе има многу помалку луѓе отколку попладне или за време на викендот. Во индустриските зони, подоцна попладне или за време на викендите, бројот на луѓе ќе биде значително помал, што значи дека ризикот на земјата може да се намали со избор на време кога во областа има најмалку луѓе.

Заштитена средина

Во случаите кога е повеќето луѓе во областа присутно во згради или под кровови, кои не можат да бидат оштетени при пад на беспилотно летало, летањето над таква област е прифатлива мерка за намалување на ризикот.

Време на изложеност

Во случаите кога е потребно да се прелета областа каде што има луѓе под беспилотно летало, ризикот е значително помал ако прелетот трае кратко време и ако беспилотното летало не останува над нив или во нивната непосредна близина.

Со скратувањето на времето на изложеност се намалува ризикот дека ќе дојде до пад на леталото врз луѓето.

Употреба на податоци за густината на луѓето во областа

Кога сакаме да докажеме дека мерките за намалување на ризикот одговараат на критериумите за среден или високо ниво, можеме да користиме податоци за густината на луѓето во областа или податоци за тековната густина на луѓето во областа, кои ги добиваме од официјални извори. Сепак, со оглед на тоа што во моментов во повеќето земји на ЕУ такви извори не се достапни, многу е тешко да се докаже дека мерките за намалување на бројот на загрозени лица ги исполнуваат овие критериуми.

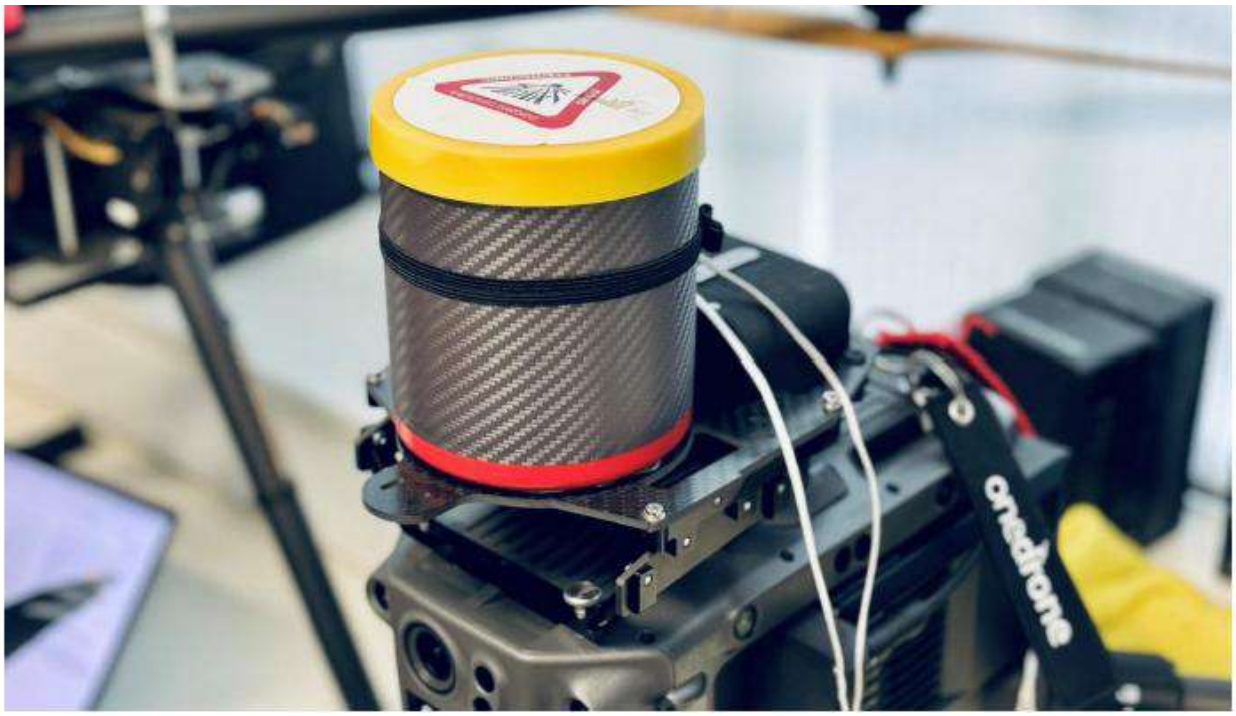
Мерки за намалување на енергијата при пад на леталото

Секоја мерка што ја намалува енергијата од удар директно ја намалува сериозноста на ризикот од земјата.

Клучни стратегии за намалување на енергијата со влијание:

- Падобрани – ефикасно ја намалуваат брзината на паѓање и енергијата на ударот.
- Аеродинамички стабилни дизајни – Некои UAS се дизајнирани да се спуштаат со мала брзина во случај на дефект.
- Сертифицирани безбедносни системи – Мора да ги исполнуваат признатите безбедносни стандарди одобрени од надлежниот орган.

Добар пример е UAS со сертификат C5, дизајниран за операции со стандардно сценарио STS-01, но исто така применлив за други мисии во Посебната категорија.



Слика 5: M350 со падобран

План за одговор при итни случаи (ERP)

Операторите во Специфичната категорија мора да имаат План за одговор при итни случаи (ERP) за да ги ублажат последиците од сериозни инциденти.

Кога ERP мора да се активира:

- Повреда на луѓе поради операција на UAS.
- Судир или речиси промашување со воздухоплов со екипаж.
- Значајна материјална штета.
- Оштетување на критичната инфраструктура.
- Секој друг настан наведен од операторот дека бара итна акција.

Клучни компоненти на ERP:

- Процедури за задржување и минимизирање на влијанието на несреќата.
- Кадровски одговорности – Јасно дефинирани улоги за одговор на инцидент.
- Одобрување од надлежен орган – ERP мора да биде дел од оперативниот прирачник на операторот и официјално да се потврди.

Добро подготвен ERP е критична мерка за ублажување на ризикот во Посебна категорија.

Општо познавање на системи на воздухоплови без екипаж (UAS)

Компоненти на систем за воздухоплови без екипаж (UAS)

UAS се состои од повеќе компоненти, од кои сите мора да бидат во совршена работна состојба за да се обезбеди безбедно работење во согласност со планот за летање.

Беспилотен воздухоплов (UA)

Беспилотнниот воздухоплов се состои од самиот воздухоплов и секоја носивост што ја носи.

- Сите компоненти мора да бидат технички исправни, правилно инсталирани и одржувани во согласност со упатствата на производителот.
- Само обучен персонал може да управува со UA, додека квалификуван персонал за одржување мора да врши инспекции и поправки.
- Далечинскиот пилот е одговорен за проверки пред лет за да се осигура дека воздухопловот е во оперативна состојба.

Батерии

Повеќето мали UAS користат електричен погон, а UAS со ротирачки крила речиси исклучиво се потпираат на електрични мотори.

- Батериите се критична компонента, а дефектот може да доведе до неконтролирано паѓање.
- Далечинските пилоти и персоналот за одржување мора да ги разберат карактеристиките на батеријата, редовно да ги тестираат, одржуваат и заменуваат батериите кога ќе се откријат абнормалности.

Слика 6: LiPo батерија

Слика 7: Акумулатор DJI

Копнена контролна станица (GCS)

Копнената контролна станица (GCS) се користи за комуникација помеѓу далечинскиот пилот и UAS.

- Далечинскиот пилот го контролира леталото преку џојстици и го вклучува GCS.
- Приказниот екран обезбедува телеметриски податоци и видео довод од авионот.
- GCS системите се движат од рачни контролери до повеќекомпонентни поставки за операции со повеќе членови на екипажот.

***Слика 8: Паметен контролер на DJI** (лаптоп + џојстик)*

Слика 9: Земјена контрола станица

<u>Врска за команда и контрола (C2).</u>

UAS одржува радио врска со GCS, кој е одговорен за командните и контролните (C2) функции.

- Напредните радио врски поддржуваат и комуникација (C3), овозможувајќи размена на податоци во реално време.
- Доверливоста на врската C2 е клучна за безбедно работење, а нејзиниот опсег зависи од поставеноста на антената, поставувањето на системот и факторите на околината.
- Рачните GCS единици имаат вградени антени, додека сложените системи користат наменски комуникациски модули со непотребни врски.
- УАС со долг дострел често се потпираат на сателитски комуникациски врски за подолг дофат.

Слика 10: Далечински управувач DJI со антени и професионален модул за предавател за врски C2

Далечинските пилоти и техничкиот персонал мора да имаат темелно разбирање на комуникациските врски C2 (Команда и контрола), бидејќи оперативниот опсег на системот за воздухоплови без екипаж (UAS) значително зависи од поставувањето и употребата на компонентите C2 и исто така е под влијание на оперативното опкружување.

Основните станици за контрола на земјата (GCS), кои далечинскиот пилот ги држи во свои раце, имаат вградени комуникациски модули со антени кои ја олеснуваат комуникацијата со UAS. Понапредните станици за контрола на земјата користат посебни комуникациски модули, а во некои

случаи, повеќекратни симултани врски за да се обезбеди вишок на системот и да се овозможи прекин на летот во случај на критичен дефект на системот.

За летала без екипаж со долг дострел, употребата на сателитски комуникациски врски е вообичаена.

Најдобри практики за максимизирање на опсегот на комуникација

UAS се контролираат од далечина преку радио сигнали, а повеќето воздухоплови без екипаж од класата C2 користат јавни радиофреквенции без да бараат посебни лиценци. Сепак, овие сигнали може да претрпат пречки во урбаните средини поради конкурентните Wi-Fi мрежи и комерцијалните уреди

Совети за подобрување на опсегот на сигналот:

- Одржувајте јасна линија на видот помеѓу предавателот и UAS, бидејќи пречките ги ослабуваат сигналите.
- Поставете ги антените правилно, бидејќи насочените антени бараат прецизна ориентација за максимална ефикасност.
- Избегнувајте метеж со сигнали во урбаните области со голем Wi-Fi сообраќај, што може да го намали опсегот и квалитетот.
- Пазете се од пречки од силни радио предаватели кои работат на други фреквенциски опсези.

Радио-врските што се користат за контролирање на беспилотни воздухоплови работат во истите фреквенциски опсези како Wi-Fi мрежите и другите комерцијални уреди.

Во урбаните средини, каде што се присутни многу рутери за Wi-Fi, мрежниот метеж може значително да го влоши квалитетот и опсегот на радио врската во споредба со операциите во руралните или помалку населените области.

Радио пречки може да се појават и во близина на високомоќни радио предаватели кои работат на различни фреквенциски опсези.

Надворешни системи кои поддржуваат операции на воздухоплови без екипаж

Воздухопловите без екипаж често се потпираат на надворешни системи за непречено работење. Тоа се системи кои не се дел од самиот систем на воздухоплови без екипаж (UAS) и нивното работење често е надвор од контрола на операторот.

Најчестиот надворешен систем е системот за позиционирање GNSS, кој служи како примарен систем за навигација за повеќето UAS.

Покрај GNSS, воздухопловот без екипаж може да користи разни други системи за летачки операции, како што се:

- Мрежен систем за идентификација
- Систем за предупредување за сообраќај за авиони со екипаж
- Систем за овластување за лет
- и други слични системи за надворешна поддршка

Пред полетувањето, далечинскиот пилот мора да потврди дали сите потребни надворешни системи неопходни за безбедно извршување на летот функционираат правилно.

Операторот на UAS мора да има документирани процедури што треба да ги следи летачкиот екипаж во случај на дефект на надворешен систем.

Видови на беспилотни летала

UAS доаѓаат во различни конфигурации, секоја погодна за специфични оперативни потреби.

Хеликоптер

Класичен хеликоптер е конфигурација на роторно летало што сè уште се користи за потешки операции со ротор. Хеликоптерите бараат долгогодишно одржување, но постигнуваат долги летови и имаат висок капацитет за носивост. Тие се енергетски поефикасни од мултироторните беспилотни воздухоплови.

Слика 11: Хеликоптер Schiebel

Мултироторни воздухоплови

Мултироторните воздухоплови се најчестиот тип на воздухоплови без екипаж. Тие лебдат и маневрираат со прилагодување на ротационата брзина на повеќе интегрирани мотори. Овие воздухоплови имаат малку подвижни делови, што го прави лесен за одржување. Нивното едноставно работење и масовното производство ги направија достапни и многу способни.

Сепак, авионите со повеќе ротори имаат најниска издржливост меѓу сите типови на воздухоплови без екипаж. Дополнително, нивната леснотија на користење често доведува до пилотски грешки, кои, во комбинација со непочитување на прописите на летот, придонесуваат за многу несреќи.

Видови мултироторни воздухоплови

Мултироторните воздухоплови првенствено се разликуваат по бројот на ротори и нивната конфигурација.

Воздухоплов со 4 ротори (квадрокоптер)

Квадкоптерот е најчестиот тип на воздухоплови со повеќе ротори. Тој е енергетски ефикасен и има наједноставен дизајн.

Недостаток: Ако еден мотор откажа, квадкоптерот повеќе не може да лета стабилно и ќе се сруши.

Меѓутоа, модерните квадрокоптери сè повеќе вградуваат софтверски алгоритми кои овозможуваат безбедно слетување дури и ако еден мотор откажа.

Слика 12: DJI M350 може безбедно да слета дури и ако еден од неговите мотори откажа

Мултироторни воздухоплови со повеќе од четири ротори

Беспилотниот воздухоплов со повеќе ротори и со повеќе од четири мотори може да одржува стабилност и контрола дури и ако еден мотор откаже, што му овозможува на далечинскиот пилот да изврши безбедно слетување. Поголемите мултироторни воздухоплови често користат коаксијални моторни конфигурации (два мотори наредени по ротор), кои помагаат да се намали вкупната големина на воздухопловот.

Слика 13: Коптер со 6 ротори одржува стабилност и маневрирање дури и со дефект на моторот со еден погон

Слика 14: DJI AGRAS T50 со MTOM од 92 Kg има значително помала карактеристична димензија поради коаксијално поставените мотори отколку кога би имал 4 мотори, што значи пониско ниво на ризик на теренот

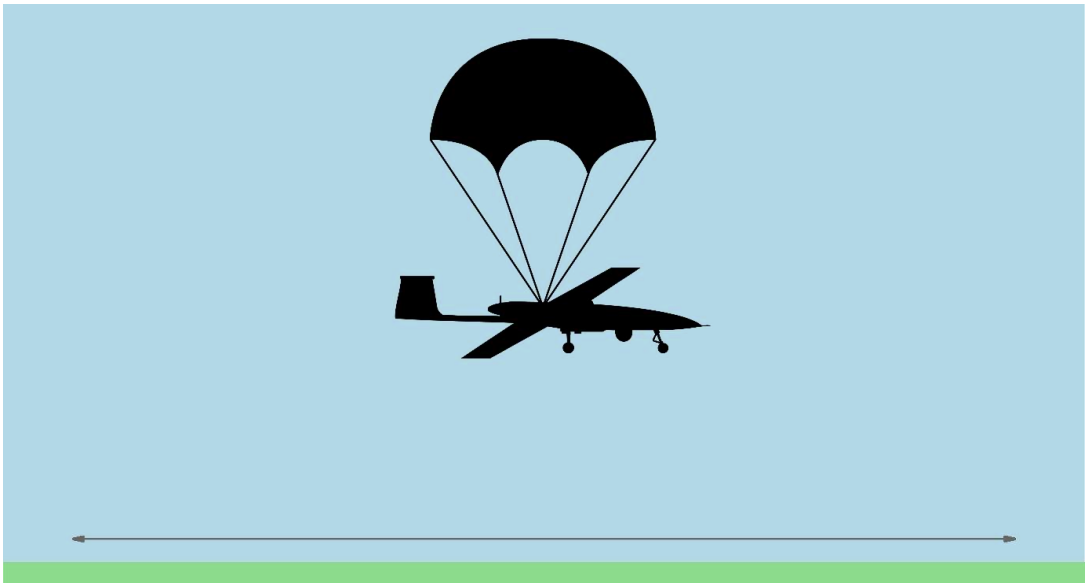
<u>Воздухоплов со фиксни крила</u>

Беспилотните воздухоплови со фиксни крила трошат значително помалку енергија од воздухопловите со повеќе ротори, што ги прави идеални за долги летови и операции со продолжен дострел.

<u>Недостатоци:</u>

- Воздухопловите со фиксни крила се генерално посложени за одржување од воздухопловите со повеќе ротори.
- Нивната работа бара повисоки нивоа на обука на пилоти, бидејќи тие речиси исклучиво се летаат надвор од визуелната линија на видот (BVLOS).
- Предизвици за полетување и слетување:
- Воздухопловите со фиксни крила бараат писта или систем за лансирање (на пр., катапулт) за полетување.
- Ако пистата е недостапна за слетување, тие обично користат падобран, за што е потребна голема површина за слетување.

Слика 15: Воздухоплов со фиксни крила подготвен за полетување



Слика 16: При слетување со падобран, потребна ни е доволно голема површина за слетување

VTOL – хибриден воздухоплов

Воздухопловите со вертикално полетување и слетување (VTOL) ја комбинираат практичноста на вертикално полетување и слетување со долгата издржливост и опсегот на авионите со фиксни крила. Иако воздухопловите VTOL имаат малку пократко време на летот во споредба со слични воздухоплови со фиксни крила, тие стануваат сè попопуларни, особено во сегментот на UAS со средна големина, поради нивната разновидност.

Слика 17: Воздухоплов VTOL може да полета и слета на многу мала област

<u>Спецификациски лист за UAS</u>

Спецификацискиот лист ги дефинира оперативните ограничувања на воздухопловот без екипаж.

Тој вклучуваа:

- Максимални брзини на воздухот
- Максимална дозволена тежина на полетување
- Прицврстување и позиционирање на товарот
- Положба на центарот на гравитација
- Ограничувања на животната средина (на пр., екстремни временски услови, ефекти на густината на воздухот, итн.)

Далечинските пилоти мора да имаат темелно разбирање за оперативните ограничувања на нивниот воздухопловот без екипаж. Поради високото ниво на автоматизација во современите воздухопловот без екипаж, пилотите може да не забележат отстапувања на летот над дозволените граници на време, што може да доведе до оштетување или несреќи на воздухопловот без екипаж.

Далечинскиот пилот мора да биде целосно свесен за техничките и еколошките ограничувања на беспилотниот воздухоплов со кој управува. Ова значи дека тие мора да бидат обучени и квалификувани да ракуваат со специфичниот тип на воздухопловот без екипаж со кој летаат.

Автономија на UAS

Автономијата на беспилотниот воздухоплов се однесува на времето кога и колку може да остане во воздух. Кога планирате лет, од суштинско значење е да се земат предвид енергетските резерви на погонскиот систем, обезбедувајќи доволна моќност за непредвидени настани.

Автономијата е под влијание на неколку фактори кои мора да се земат предвид при планирањето на летот. Техничките спецификации предвидени за максимално времетраење на летот се мерат во идеални услови, кои ретко се остварливи во операциите во реалниот свет.

Ефектот на масата на беспилотни воздухоплови врз автономијата

За воздухоплови без екипаж кои дозволуваат различни конфигурации (на пр., различни типови на носивост), зголемувањето на масата резултира со поголема потрошувачка на енергија, намалувајќи ја севкупната автономија на летот.

Ефект на режимот на летање врз автономијата

- Поголемите воздушни брзини генерираат поголем отпор на воздухот, што доведува до поголема потрошувачка на енергија.
- Летањето во ветровити услови е слично на летањето со големи брзини:
- Задниот ветер ја намалува потрошувачката на енергија.
- Предниот ветер ја зголемува потрошувачката на енергија.
- Качувањето троши повеќе енергија отколку спуштањето.

Кога планирате лет, од клучно значење е да се земат предвид познатите и непознатите фактори кои влијаат на автономијата и да се обезбедат доволно резерви на енергија.

Далечинскиот пилот мора да може навреме да го прекине летот доколку потрошувачката на енергија е поголема од очекуваната.

Ефект на температурата и надморската височина врз автономијата

- При високи температури и високи надморски височини, густината на воздухот е помала.
- Пониската густина на воздухот ги принудува погонските системи да работат со поголема моќност, што доведува до намалена автономија на летот во топли или високи средини.

Маса, рамнотежа и центар на гравитација

Маса на беспилотно летало

Сите воздухоплови можат да летаат само ако нивната структура и погонски систем се способни да ја поддржат нивната вкупна маса.

Максималната маса на полетување (MTOW) е максималната дозволена маса со која воздухопловот без екипаж може безбедно да оперира. Безбедниот лет во рамките на оперативниот плик значи дека воздухопловот може да ги изврши сите маневри, дури и при предизвикувачки временски услови.

Ако воздухопловот без екипаж е преоптоварен (на пример, поради неоригинални компоненти или прекумерна носивост), тој сепак може да полета, но за време на агресивни маневри или ненадејни промени на ветерот, може да стане неконтролиран.

Од клучно значење е никогаш да не се надминува MTOM, како што е наведено во прирачникот на производителот.

Рамнотежа и центар на гравитација

За беспилотни летала со заменливи конфигурации (на пр., различни носивост или типови батерии), од суштинско значење е да се одржува соодветна рамнотежа и центар на гравитација (CG) кога се менуваат конфигурациите.

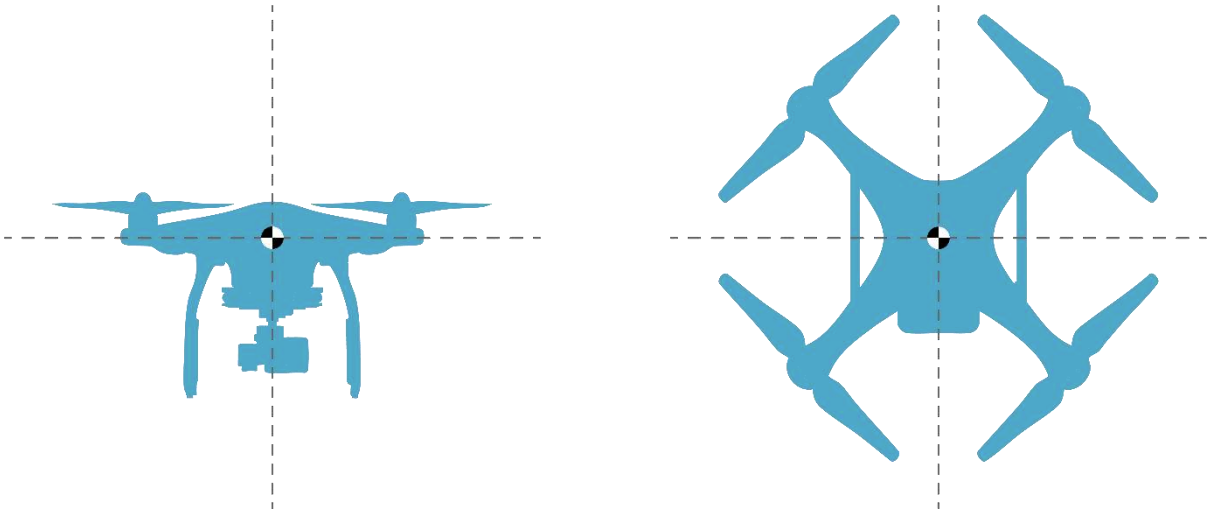
Сменет CG може да предизвика воздухопловот без екипаж да стане нестабилен и неконтролиран, зголемувајќи го ризикот од несреќи.

Центар на гравитација во мултироторни авиони

- CG на воздухоплови со повеќе ротори треба да се наоѓа на пресекот на дијагоналите помеѓу центрите на роторот.
- Ако CG се префрли, некои мотори ќе бидат преоптоварени, намалувајќи го маневрирањето.
- Неправилна позиција на CG може да го направи воздухопловот неконтролиран, што ќе доведе до пад.

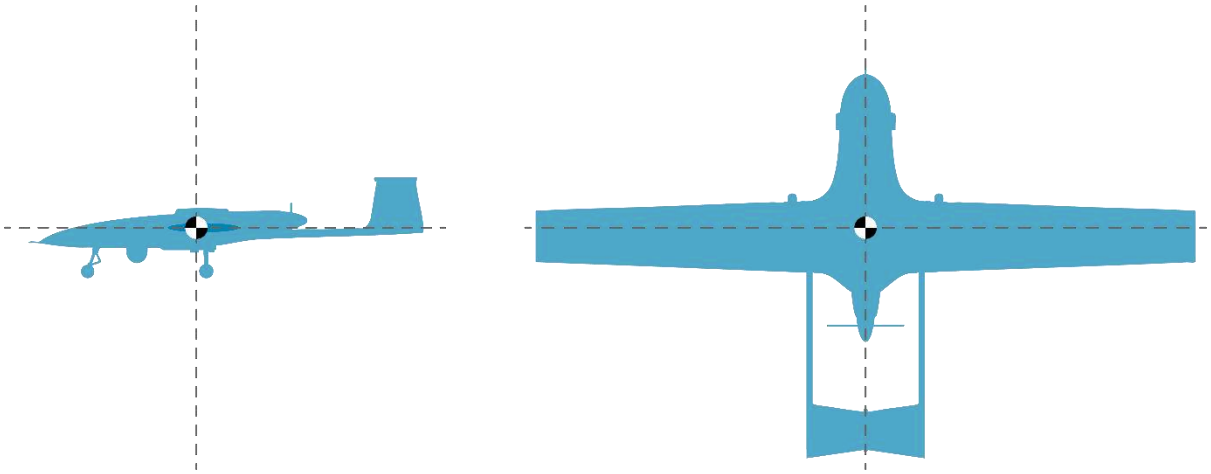
При монтирање на носивост на воздухопловот без екипаж со повеќе ротори:

- Масата треба да се концентрира што е можно поблиску до CG за да се спречат несакани осцилации или нестабилност.
- Мултироторните воздухоплови кои овозможуваат инсталирање на носивост имаат дефиниран опсег на толеранција на CG во оперативниот прирачникот за употреба, кој мора да се проверува пред секој лет.



Центар на гравитација во воздухоплови со фиксни крила

- Воздухопловите без екипаж со фиксни крила се уште почувствителни на CG позиционирање од воздухопловите со повеќе ротори.
- Дури и неколку милиметри CG поместување може значително да ги нарушат перформансите на летот или да спречат стабилен лет.
- Секогаш кога се менува конфигурацијата на воздухопловот без екипаж авионот, CG мора да се провери за да се осигура дека останува во прифатливи граници.



<u>Инсталација на носивост</u>

Многу воздухопловот без екипаж овозможуваат инсталирање на различни носивост.

<u>Кога инсталирате носивост:</u>

1. Прецизно следете ги упатствата на производителот.
2. Осигурете се дека инсталираната носивост не го надминува МТОМ на воздухопловот.
3. Проверете дали CG останува во дозволениот опсег.

<u>За големи носивост, земете во предвид:</u>

- Како нивната инсталација влијае на аеродинамиката и рамнотежата.
- Дали може да предизвикаат нестабилност при поголеми брзини поради аеродинамички сили.

Товарот мора да биде безбедно монтиран за да не може да се откачи при лет - ова е исклучива одговорност на далечинскиот пилот.

- Бидете особено внимателни кога користите механизми за брзо ослободување, бидејќи несоодветно обезбедениот товар може да се откачи на средината на летот, предизвикувајќи штета на земјата.

По инсталирањето на нова носивост, се препорачува спроведување на пробен лет за да се потврди работата на воздухопловот.

<u>Никогаш не инсталирајте дополнителни носивост на воздухопловот без екипаж што не е дизајниран за такви модификации!</u>

Слика 18: носивост M300 ***Слика 19: M300 брзо ослободување***

Батерии

Батериите се примарен извор на енергија за UAS со мултиротор и за мали UAS со фиксни крила. Поради зголемениот капацитет и доверливост, тие сега се користат и за поголеми воздухопловот без екипаж.

Бидејќи батериите се критична компонента на UAS, тие мора редовно да се одржуваат и проверуваат. Неуспехот на батеријата може да резултира со целосно губење на напојувањето, што ќе доведе до пад.

За воздухоплови со висока доверливост, често се поврзуваат две батерии паралелно. Овој вишок му овозможува на воздухопловот безбедно да слета дури и ако една батерија откажа. Алтернативна безбедносна мерка е резервната батерија за помошни системи, која може да активира систем за итно слетување (често распоредување падобран) во случај на дефект на главната батерија.

Далечинските пилоти мора да ги разберат спецификациите на батериите

За воздухопловот без екипаж кои поддржуваат повеќе типови батерии, од суштинско значење е:

- Изберете ја вистинската батерија која обезбедува доволно енергија.
- Осигурете се дека поставувањето на батеријата не го менува центарот на гравитација (CG) на авионот.
- Избегнувајте надминување на максималната маса на полетување (MTOW).

Видови батерии

Најчесто користените типови батерии се наведени во табелата подолу:

Оловни-киселински (Pb) батерии: Тешки батерии, кои се користат во батерии за стартување на автомобили и некои апликации за соларна енергија.	**Никел-метал хидрид (NiMh) батерии: Сè уште се користи во мали уреди, достапни во стандардни големини AA/AAA.**	**Литиум-јонски (литиум-јонски) батерии: Модерни батерии со добра излезна моќност, најчесто користени во електрониката за широка потрошувачка и некои UAS.**	**Батерии со литиум железо фосфат (LiFePO4): Пониска густина на енергија и струен капацитет од Li-Ion, но многу издржлив и стабилен.**	**Литиум-полимерни (LiPo) батерии: Највисока густина на енергија и висока струјна способност (оцена C), што ги прави најчестиот избор за погон на UAS.**

Технички спецификации на батеријата

Капацитет на батеријата

Капацитетот на батеријата покажува колку енергија може да складира батеријата.

- Измерено во ампер-часови (Ah) или милиампер-часови (mAh).
- 1.000 mAh = 1 Ah.
- Обично се печати на етикетата на батеријата.

Слика 20: Ознака за капацитет

Слика 21: Ознака за капацитет (батерија DJI)

Примери:

- Батерија од 20 Ah може да напојува 1А за 20 часа или 20 А за 1 час.
- Батеријата од 1.300 mAh може да обезбеди 1,3 А за 1 час или 5,2 А за 15 минути.

Секогаш проверувајте ги единиците (Ah наспроти mAh) кога го пресметувате капацитетот на батеријата!

Напон на батеријата (V)

Napet Voltage одредува кои уреди може да се напојуваат од батеријата.

- Измерено во волти (V).
- Печатени на сите батерии.

Напонот се намалува со празнење на батеријата. Штом напонот на батеријата ќе падне премногу низок, тој повеќе не може да го напојува UAS.

Клучен увид:

Напонот на батеријата мора да се следи за време на летот за да се осигура дека има доволно резервна моќност за безбедно слетување.

Слика 22: Означување на напонот на батеријата (GensAce)

Слика 23: Ознака за напон (батерија DJI)

Содржина на енергија на батеријата (Wh)

Количината на енергија што може да ја обезбеди батеријата се мери во ват-часови (Wh). Оваа вредност покажува колку долго батеријата може да ја снабдува потребната енергија.

Ако енергетскиот капацитет не е означен на батеријата, може да се пресмета со помош на вредностите на напонот (V) и капацитетот (Ah) со следнава формула:

Енергија (Wh)=Напон (V)×Капацитет (Ah)

Слика 24: Обележување на Wh на батеријата INSPIRE

Примери:

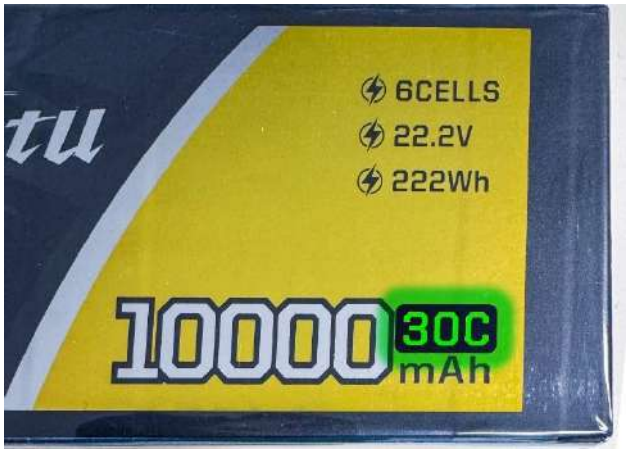
- Батерија од 12V со капацитет од 10Ah има 120 Wh енергија.
- Батерија од 7,4 V со капацитет од 1.500 mAh има 11,1 Wh енергија.
- Батерија од 100 Wh може да напојува 100 W за 1 час.
- Батерија од 1 kWh може да обезбеди 1.000W за 1 час или 500W за 2 часа.

Стапка на празнење на батеријата (C-рејтинг)

Факторот на стапка на празнење (C-рејтинг), кој е означен на батериите (или се наоѓа во техничките спецификации), ја покажува максималната струја што може да ја обезбеди батеријата.

Максималната струја може да се пресмета со користење на капацитетот на батеријата (Ah) помножен со рејтингот C:

Максимална струја (A)=Капацитет на батеријата (Ah)×C-оцена



Слика 25: ознака C на батеријата GENS-ACE

Оценката C се користи за означување:

- Максималната струја на континуирано празнење што може да ја одржи батеријата.
- Максималната краткорочна струја на празнење што може да ја обезбеди батеријата.

- Максималната дозволена струја за полнење.
- Ако оценката C е наведена без дополнителен опис, таа секогаш се однесува на максималната струја на континуирано празнење што може да ја обезбеди батеријата.

Примери:

- Етикетата 10C на батерија од 1500mAh значи дека батеријата може постојано да дава струја од 15A.
- Етикетата 25C на батерија од 10.000 mAh значи дека батеријата може постојано да дава струја од 250 A.
- Етикетата на која пишува „Не полни над 2C“ на батерија од 5000 mAh значи дека не смее да се полни со струја поголема од 10A.
- Етикетата на која пишува „5C Charge“ на батерија од 1500 mAh значи дека може да се полни со струја од 7,5 A.

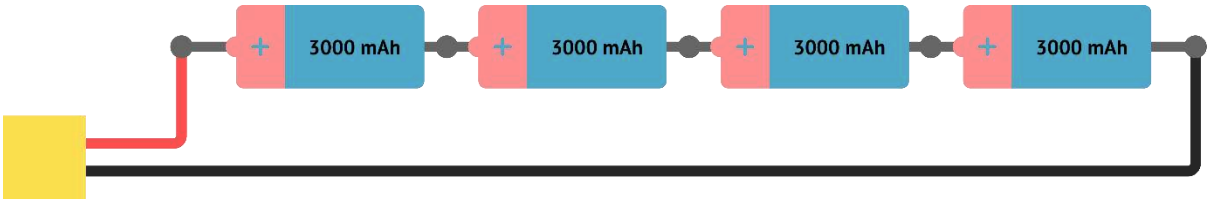
Конфигурации на батеријата

Батериите обично се составени од повеќе поединечни ќелии за да се постигне саканиот напон, капацитет и излезна струја. Во зависност од оперативните барања, ќелиите на батеријата може да се поврзат во серија (сериска врска) или паралелно (паралелно поврзување).

Сериска врска

Сериското поврзување го зголемува напонот (V) на батерискиот пакет додека капацитетот (Ah) и рејтингот на струјата (C) остануваат исти како за една ќелија во пакетот.

Бројот на ќелии во серија е означен со буквата „S“ на батерискиот пакет (S = серија).



Примери:

- Етикетата 3S на батерискиот пакет значи дека содржи три ќелии поврзани во серија.
- Батериски пакет 3S што користи ќелии со напон од 3,7V ќе има вкупен напон од 11,1V.
- Батериски пакет 4S со ќелии од 3,7V ќе има вкупен напон од 14,8V.

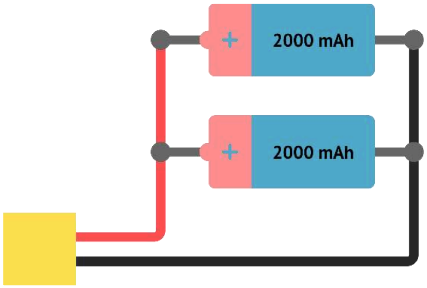
Паралелно поврзување

Паралелното поврзување го зголемува капацитетот (Ah) и рејтингот на струјата (C) на батерискиот пакет додека напонот останува непроменет.

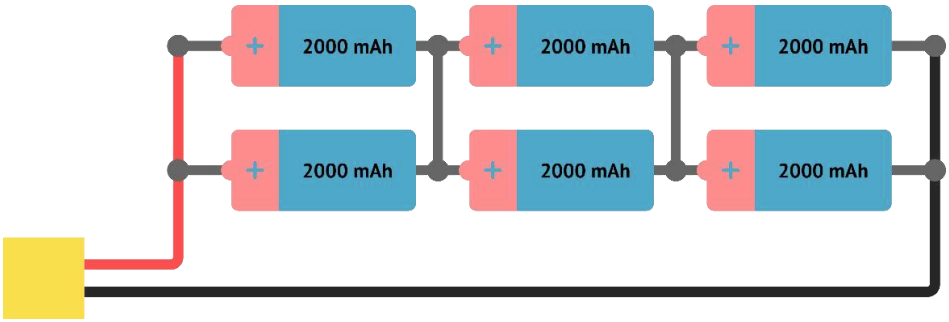
Бројот на ќелии паралелно е означен со буквата „P“ на батерискиот пакет.

Паралелните врски се користат за да се постигне поголема излезна струја и/или поголем капацитет, особено кога се користат батериски ќелии со стандардна големина.

Паралелните врски најчесто се комбинираат со сериски врски, а конфигурацијата на батеријата е опишана со користење на комбинација од „S“ (серија) и „P“ (паралелно).



Слика 26: Голема Li-Ion батерија која се состои од голем број ќелии



Примери:

- Етикетата 3S2P на батерискиот пакет значи дека содржи три ќелии во серија, при што секоја сериска група се состои од две ќелии паралелно.
- Пакет батерии 3S2P направен од ќелии од 1500 mAh ќе има вкупен капацитет од 3000 mAh.
- Батериски пакет 3S2P направен од ќелии од 3,7V ќе има вкупен напон од 11,1V.

Полнење, одржување и животен век на батеријата

Полнење LiPo батерии

Најчесто користени батерии за напојување на воздухопловот без екипаж се литиум-полимерните (LiPo) батерии. Овие батерии нудат висока густина на енергија, но бараат внимателно одржување.

LiPo батериите секогаш треба да се полнат со оригинални полначи. Ако користите „универзални“ батерии од LiPo, тие мора да се полнат со полначи што имаат посветена програма за полнење LiPo, користејќи ја струјата за полнење препорачана од производителот на батериите.

Ако не е наведена препорачана струја за полнење, треба да се користи стандардна стапка на полнење од 1C.

На пример, батерија од 3500 mAh треба да се полни со струја од 3,5 А.

Слика 27: Полнач со поврзана LiPo батерија

Слика 28: DJI Полњач

Слика 29: Батерија со означена порта за сервисирање

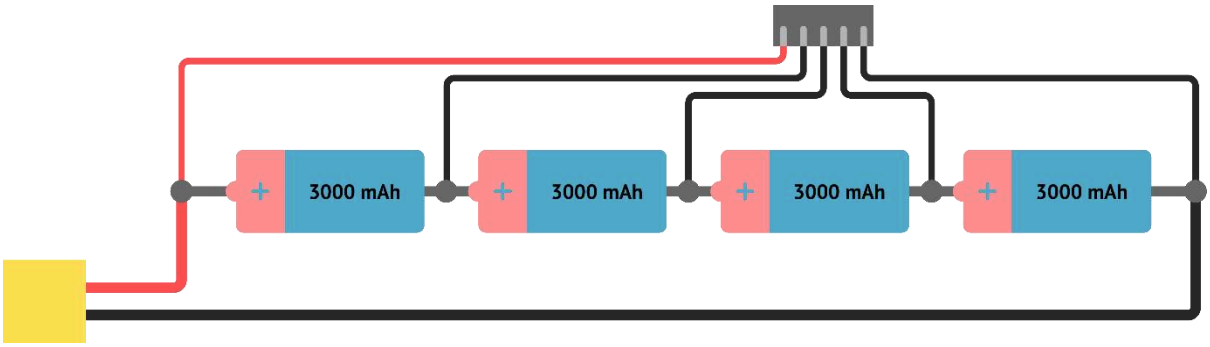
<u>Балансирање на LiPo батерии</u>

За време на празнењето, поединечните ќелии во пакетот LiPo батерии може да се загреваат нерамномерно, што резултира со различни напони по употребата.
Стандардниот процес на полнење не ги изедначува разликите во напонот, што, во текот на повеќе циклуси на полнење, ја намалува работата на батеријата.

Слика 30: LiPo батерија поврзана на полнач со сервисен конектор

Балансирањето на ќелиите е од суштинско значење за одржување на целосниот капацитет и животниот век на батерискиот пакет LiPo.

Повеќето универзални LiPo батерии вклучуваат конектор за балансирање (сервис), кој треба да се поврзе заедно со главниот кабел за полнење на полнач со вграден балансер.



<u>Чување LiPo батерии</u>

Правилниот метод за складирање на LiPo батериите е да се држат во режим на складирање, што значи дека треба да се полнат до приближно 50% капацитет или на напон од 3,6–3,8V по ќелија.

Универзалните полначи LiPo имаат функција за режим на складирање, која автоматски ја полни или празне батеријата до капацитет од 50%, без оглед на нејзиното почетно ниво на полнење.

Некои паметни LiPo батерии вклучуваат вградена електроника која автоматски се испушта до нивото на складирање кога е целосно наполнето. Сепак, испразнетите батерии не можат автоматски да се полнат, што значи дека сè уште е одговорност на корисникот правилно да управува со складирањето.

Складирањето на LiPo батериите во целосно наполнети или целосно испразнети состојба може да предизвика трајно оштетување.

- Оштетените батерии може да отечат или да паднат под минималното ниво на полнење, што ги прави неупотребливи.
- Отечените или на друг начин оштетени батерии мора веднаш да се заменат.

<u>Паметни LiPo батерии</u>

Слика 31: Паметна батерија на DJI

Многу масовно произведени системи за воздухопловот без екипаж користат паметни батерии за да се осигураат дека корисниците можат да работат само со оригинални батерии и да ги полнат со помош на наменски полначи, со што се намалуваат оперативните ризици.

Иако внатрешно се идентични со стандардните универзални LiPo батерии, паметните батерии вклучуваат вградена електроника која:

- Ги следи параметрите на батеријата
- Ги следи циклусите на полнење
- Автоматски ги празни до напонот за складирање
- Ги балансира поединечните клетки
- Го открива типот на поврзаниот полнач

Траење на батеријата

Животниот век на LiPo батериите зависи од типот на батеријата, употребата и условите за складирање.

Производителите го одредуваат очекуваниот век на траење на батеријата, измерен во време или циклуси на полнење.

Со правилна употреба, животниот век на батеријата може да се продолжи, додека неправилната употреба може да предизвика значителна деградација.

Ако не е достапен животниот век наведен од производителот, општата препорака е да се заменат батериите по 2 години или 200 циклуси на полнење или веднаш ако има забележителен пад на перформансите или физичко оштетување.

Одржување на батерии

Батериите треба да се одржуваат според упатствата на производителот, вклучувајќи:

- Периодични инспекции
- Проверки на капацитетот и перформансите
- Отстранување на батерии кои повеќе не ги исполнуваат стандардите за безбедност или перформанси

Редовното одржување на батериите го продолжува животниот век на батеријата и обезбедува навремена замена на неисправните батерии

Ефект на температурата на батериите

Повеќето LiPo батерии оптимално работат во температурен опсег од 10°C до 45°C.

- При ниски температури, батериите не можат да испорачаат доволно струја.
- При високи температури, траењето на батеријата и перформансите се намалуваат.

Современите паметни батерии имаат вградени температурни сензори, кои го спречуваат полетувањето доколку батеријата е надвор од безбедниот температурен опсег.

Некои паметни батерии имаат вградени грејачи за загревање на батеријата до работна температура во ладни средини.

Повеќето паметни батерии нема да се полнат ако се премногу жешки.

Кога користите универзални батерии, секогаш проверувајте дали се во препорачаниот опсег на работна температура пред употреба или полнење.

- Во ладни средини, загрејте ја батеријата на работна температура пред да летате.
- Во топли средини, оставете ја батеријата да се олади на амбиентална температура пред да ја наполните.

Метеорологија

Влијанието на времето врз операциите на UAS

UAS во лет е изложен на природни елементи, со кои може да се справи до одреден степен, но екстремните услови може да ги надминат неговите оперативни граници.

Далечински пилот мора да процени дали временските услови се погодни за операции на UAS со проценка:

- Видливост
- Контрола на летот и перформанси
- Потенцијални дефекти на системот што доведуваат до падови

Разбирањето на влијанието на времето е критично за безбедни и ефикасни операции на UAS. Овој дел се фокусира на четири клучни метеоролошки фактори:

- Ветер
- Температура
- Видливост
- Густина на воздухот

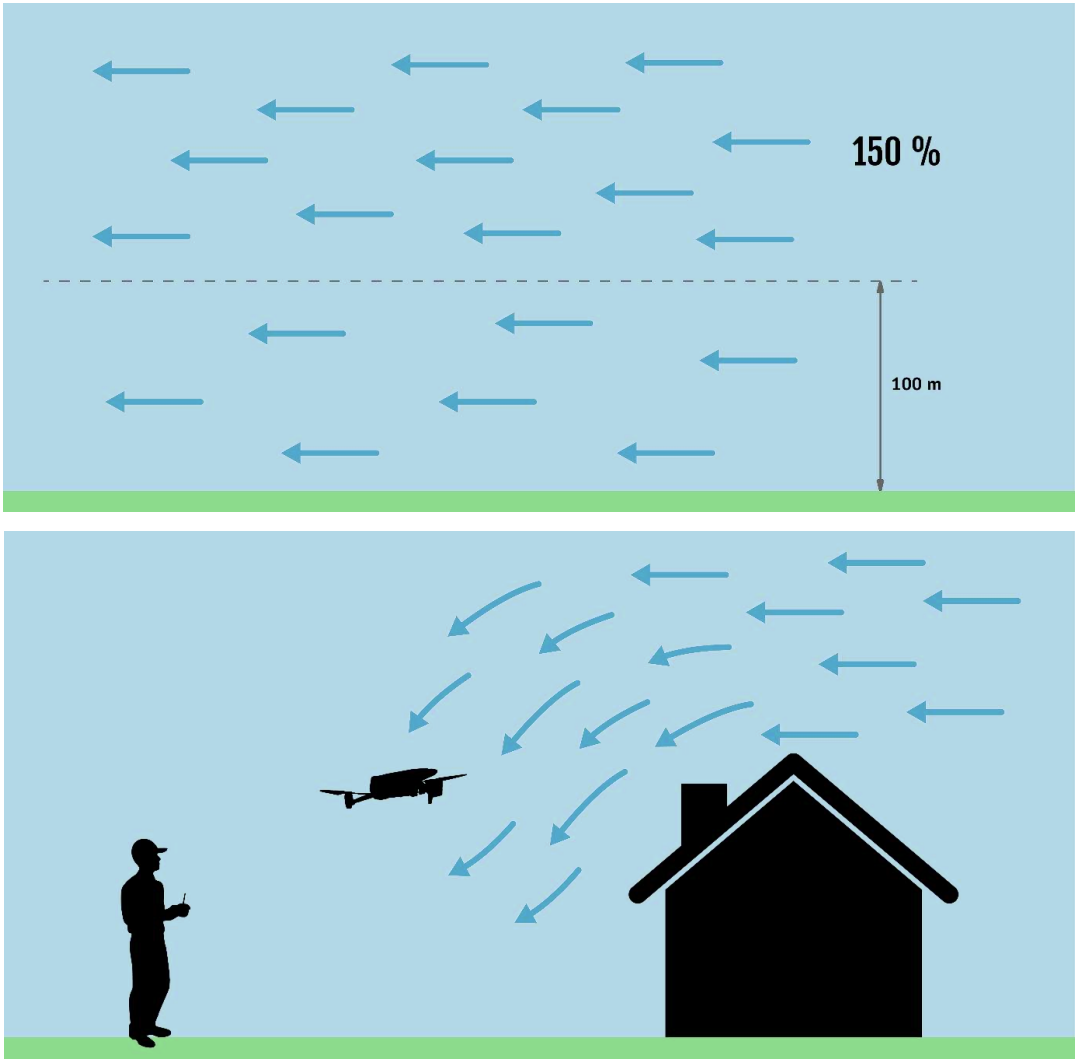
Ветер

Ветерот и неговото влијание врз беспилотните летала

Ветерот влијае и на безбедноста и на перформансите на беспилотните летала. Тоа првенствено произлегува од изедначување на воздушниот притисок во воздушната маса.

За беспилотни летала, најрелевантните карактеристики на ветерот се јавуваат на мала надморска височина и во близина на препреки како што се ридови, згради и дрвја.

На ниво на земја, брзината на ветерот е типично 50% помала отколку на 100 метри надморска височина, поради триење со површината и пречките.



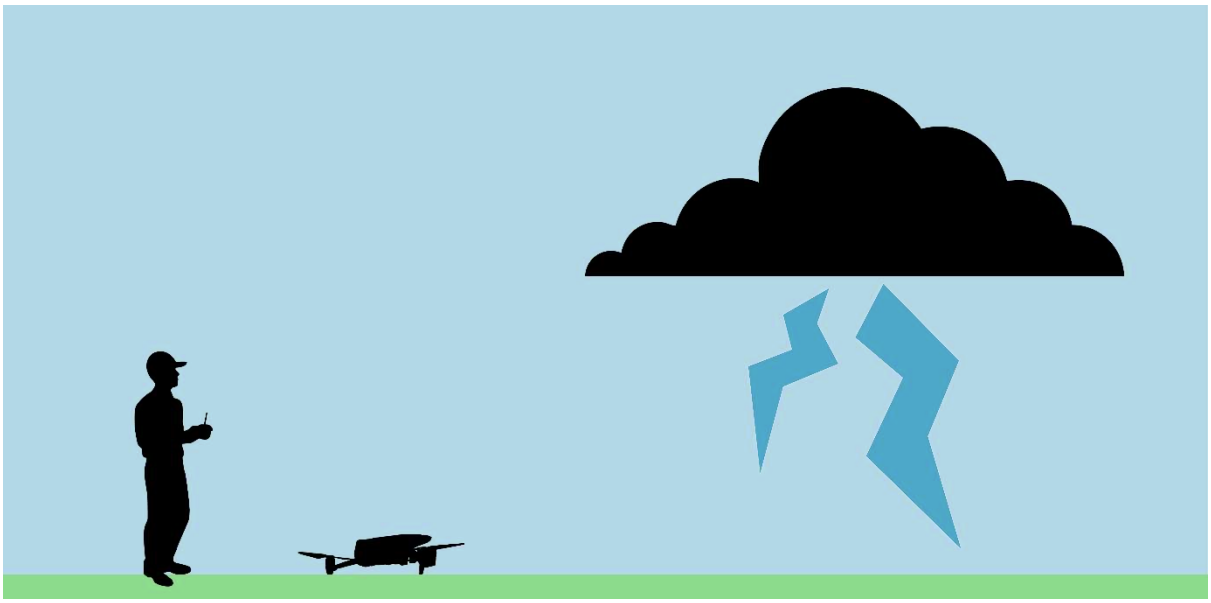
Важни размислувања:

- Во близина на препреки често се појавуваат турбуленции. Подветрените страни на пречките (на пр., зад згради, дрвја или ридови) може да генерираат воздушни вртлози со силни вертикални компоненти на ветерот, што може да ги надмине можностите на воздухопловот, што доведува до губење на контролата
- Ветерот е генерално посилен во тесните празнини помеѓу пречките (на пр., помеѓу згради, дрвореди или планински премини).
- Турбуленцијата е нестабилна воздушна маса која брзо го менува правецот и брзината, што го отежнува или оневозможува управувањето со воздухопловот без екипаж.
- Термичките турбуленции се појавуваат во топли, сончеви денови, предизвикани од порастот на топол воздух, особено на падини осветлени од сонце.
- Засилените ветрови, вообичаени во одредени локални ветрови, како што е Бора, ја отежнуваат контролата на летот.
- Поројниот дожд и грмотевиците често носат посилен ветер.
- Дури и умерениот ветер ја намалува моќноста потребна за лебдење, но силните налети и турбуленциите бараат поголема моќност.

- Во такви услови, леталото може да ги надмине границите на своите перформанси, станувајќи делумно или целосно неконтролирано.
- На временските фронтови или температурни инверзии, насоката и брзината на ветерот може брзо да се променат на кратки растојанија.
- UAS-овите со фиксни крила се особено ранливи, бидејќи наглите падови на брзината на воздухот може да предизвикаат губење на контролата.

Важен потсетник!

Ако невремето со грмотевици се приближи до оперативната област, веднаш спуштете го леталото.



Температурата и нејзините ефекти

Температурата е критичен фактор во планирањето на летот и функционирањето на беспилотните летала.

- Стандардната температура на ниво на морето е 15°C.
- Високите летни температури ја намалуваат густината на воздухот, што доведува до намалени перформанси на летот и пократко време на летот.
- Ниските температури (помеѓу 5°C и -4°C) може да предизвикаат замрзнување, влијаејќи на аеродинамичните површини и зголемување на тежината на авионот.

Мраз и неговото влијание врз летот

Замрзнување настанува кога мразот се акумулира на пропелери или сензори, предизвикувајќи:

- Вибрации
- Намалено кревање
- Зголемено влечење
- Зголемување на тежината и промена на CG, што бара поголема моќност за летот, што ја намалува издржливоста.

Слика 32: Контаминација на пловни површини

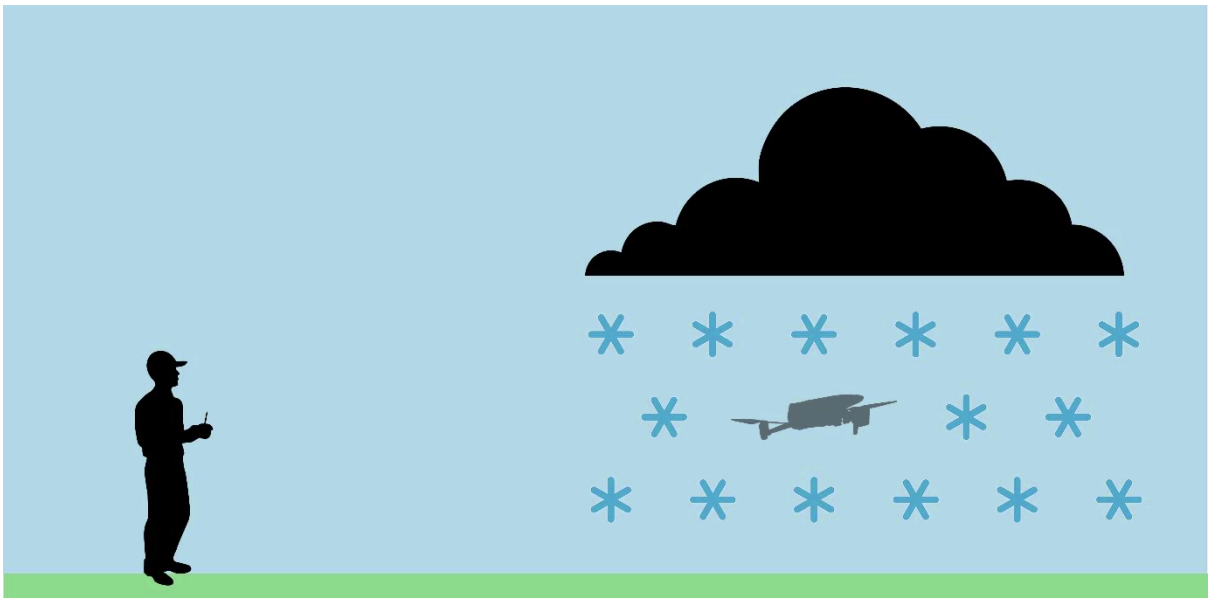
Важно!

- Зголемената тежина на UAV бара поголема моќност за полетување и лет.
- Замрзнувањето бара висока влажност, како што се магла, облаци, врнежи или блиску до ниски температури.
- Студеното време, исто така, негативно влијае на перформансите на батеријата.
- Ако температурите се под нулата, загрејте ги батериите пред летот, следејќи ги упатствата на производителот.

Видливост и нејзиното значење

Добрата видливост е од суштинско значење за безбедни операции со UAS. Временските феномени кои ја намалуваат видливоста вклучуваат:

- **Магла**
- **Снег**
- **Чад**
- **Прашина**



Обилните врнежи значително ја намалуваат видливоста, додека при облаци и магла видливоста е нула.

Посебно внимание треба да се посвети на облачноста во планинските предели, каде на пониските височини може брзо да се формира магла.

<u>Видови магла:</u>

- Радијациона магла: се формира во мирни, ведри ноќи поради површинското ладење.
- Адвекциона магла: се јавува кога топол, влажен воздух се движи над поладна површина.
- Долинска магла: честа појава во зима, предизвикана од студениот воздух заробен во долините поради инверзија на температурата.
- Замрзната магла: Содржи суперизладени капки вода кои замрзнуваат при контакт.
- Вештачка магла: Создадена хемиски за производство на филмови или настани.

Слика 33: Радијациона магла

Слика 34: Магла како пареа

Густина на воздухот и перформанси на летот

Густината на воздухот одредува колку воздушна маса е присутна по единица волумен.

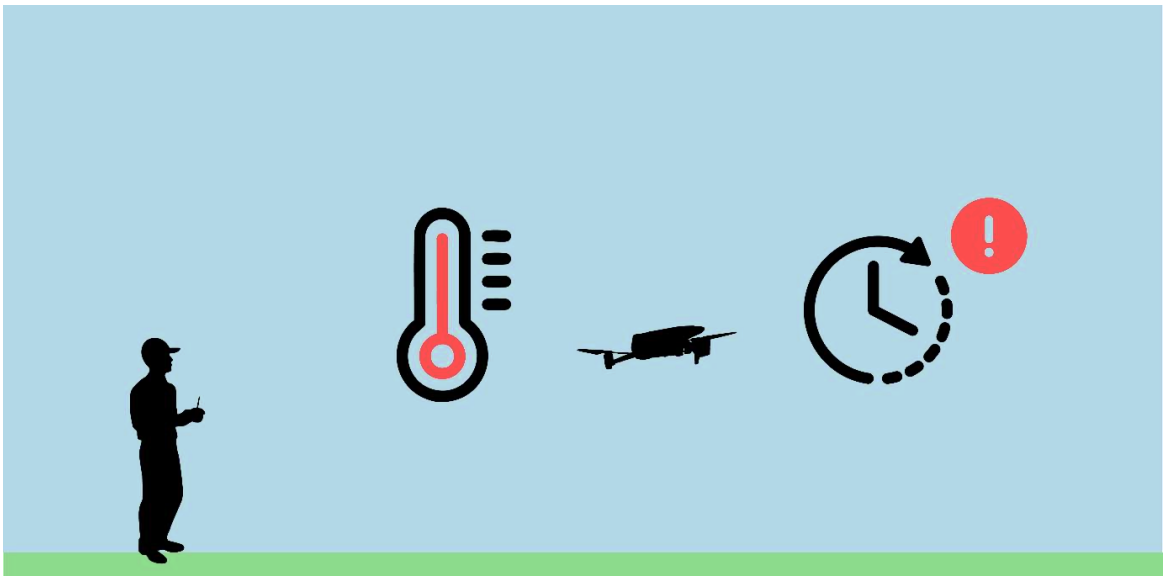
- Стандардната густина на воздухот на ниво на морето е 1,225 kg/m³.
- Густината на воздухот се намалува со:
- Зголемување на надморската височина
- Повисоки температури
- Поголема влажност

Помалата густина на воздухот ги намалува перформансите на UAS, што значи:

- Перформансите на летот се пониски во топли, влажни денови и на поголема надморска височина.

Важно!

- Во планинските региони, издржливоста на летот е скратена поради помалата густина на воздухот.
- При високи летни температури, перформансите на летот на UAS се намалени



Временски прогнози за операции со UAS

Далечинскиот пилот мора да ја провери временската прогноза за да ги оцени условите на животната средина и да се увери дека ги исполнуваат оперативните ограничувања специфицирани од производителот на UAS.

Временските услови критично влијаат на безбедноста на UAS и способноста на далечинскиот пилот да работи безбедно.

Извори на податоци за времето

Во Македонија, временските извештаи и прогнози се обезбедени од **Управата за хидрометеоролошки работи** (УХМР)

Други извори вклучуваат:

- Метеоролошки станици кои мерат:
- Воздушен притисок
- Температура
- Влажност
- Брзина и насока на ветерот
- Нивоа на врнежи
- Метеоролошки балони обезбедуваат вертикални атмосферски податоци
- Сателитски набљудувања

Извештаите за времето се објавуваат онлајн и во мобилни апликации.

Клучни метеоролошки параметри за операции со UAS

Далечинскиот пилот мора да ги следи метеоролошките параметри релевантни за времето и локацијата на летот, особено:

- Брзина и насока на ветерот (на ниво на земјата и мала надморска височина)

- Температура
- Влажност
- Временски феномени (врнежи, невреме, магла, облачност итн.)

Важно!

- Временските прогнози не се секогаш точни, особено за долгорочни предвидувања.
- Секогаш проверувајте ги временските податоци во реално време пред полетувањето.

Проценка на локалното време

Временските прогнози покриваат големи области, што значи дека реалните локални услови може да се разликуваат.

Далечински пилот мора да го процени локалното време со одговор:

- Дали можам да одржувам визуелна линија на видот (VLOS) во текот на летот?
- Може ли да ги контролирам параметрите на летот на UAS (положба, брзина, висина, итн.)?
- Ако условите се гранични, размислете:
- Прилагодување на параметрите на летот (на пр., пократки летови, намален дострел).
- Откажување на летот.

- **Заклучок**

Овој прирачник има за цел да ги подготви кандидатите за стекнување на А2 сертификат за управување со беспилотен воздухоплов во категоријата „отворена“ според националните и европските регулативи.

Кандидатите, преку совладување на материјалот, се запознаваат со важечките правила, безбедносните процедури, ограничувањата и ризиците поврзани со операции во близина на лица кои не учествуваат во летот. Стекнатото знаење овозможува одговорно планирање и безбедно извршување на летачките операции, со цел заштита на луѓето, имотот и воздушниот простор.

Успешното положување на проверката на знаењето за А2 сертификат го потврдува стекнувањето на потребните компетенции за извршување на операции со беспилотни воздухоплови во согласност со сите применливи прописи.